

⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ ⑫ Offenlegungsschrift
⑯ ⑯ DE 100 65 724 A 1

⑯ Int. Cl.⁷:
B 60 T 8/60
B 60 T 13/66
B 62 D 37/00
G 01 B 21/22
G 01 C 19/56
G 01 P 9/04

⑯ Aktenzeichen: 100 65 724.9
⑯ Anmeldetag: 29. 12. 2000
⑯ Offenlegungstag: 4. 7. 2002

DE 100 65 724 A 1

⑯ Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

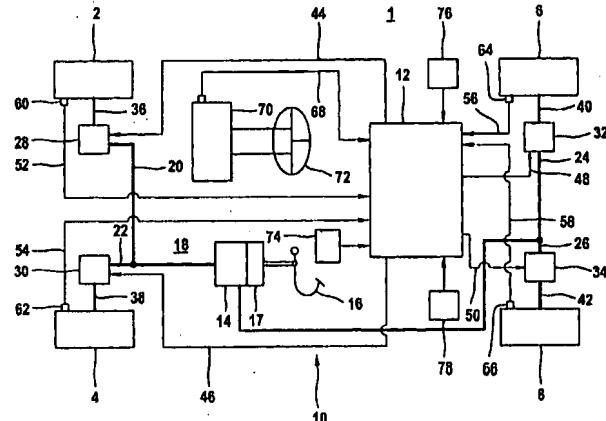
⑯ Erfinder:

Leimbach, Klaus-Dieter, Dr., 73569 Eschach, DE;
Hecker, Falk, Dr., 71706 Markgröningen, DE; Jundt,
Oliver, 74354 Besigheim, DE; Schramm, Herbert,
Dr., 71229 Leonberg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Bremsregelsystem zur Stabilisierung der Bewegung eines Nutzfahrzeugs

⑯ Ein Bremsregelsystem (1, 1'), bei dem eine Steuereinheit (12) ausgangsseitig in Abhängigkeit von einer Anzahl von Eingangsgrößen für jedes Rad (2, 4, 6, 8) eines Fahrzeugs (10) jeweils einen Stellwert für dessen Bremsdruck und/oder einen Stellwert für eine Ausgangsgröße des Antriebsmotors vorgibt, soll auch zur Stabilisierung der Bewegung eines Nutzfahrzeugs (10) besonders geeignet sein. Dazu ist die Steuereinheit (12) erfindungsgemäß eingangsseitig zur Erfassung der Eingangsgrößen mit einem Lenkwinkelsensor (70) zur Erfassung eines vom Fahrer vorgegebenen Lenkwinkels, mit einem Sensorsystem zur Ermittlung der Gierrate des Nutzfahrzeugs (10) und mit einem ersten Beschleunigungssensor (76) zur Erfassung der Querbeschleunigung des Nutzfahrzeugs (10) verbunden.



DE 100 65 724 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Bremsregelsystem zur Stabilisierung der Bewegung eines Nutzfahrzeugs, bei dem eine Steuereinheit in Abhängigkeit von einer Anzahl von Eingangsgrößen für jedes Rad des Nutzfahrzeugs jeweils einen Stellwert für dessen Bremsdruck und/oder einen Stellwert für eine Ausgangsgröße des Antriebssmotors vorgibt.

[0002] Im Rahmen der Fahrdynamikregelung eines Kraftfahrzeugs kann zur Stabilisierung der Fahrzeubewegung ein dynamisches Bremsregelsystem zum Einsatz kommen, bei dem über die individuelle Vorgabe eines Bremsdrucks für jedes einzelne Rad ein gezielter und selektiver Bremsereignis auf jedes Rad vorgenommen werden kann.

[0003] Ein derartiges Bremsregelsystem für einen Personenkraftwagen (PKW), wie es aus der DE 39 19 347 A1 bekannt ist, umfaßt eine zentrale Steuereinheit, die im Bedarfsfall, also beispielsweise bei beginnender oder bereits eingetretener Instabilität des Fahrzustandes, aus einer Anzahl von für die jeweilige Fahrsituation spezifischen Eingangsgrößen für jedes Rad einen individuellen Bremsdruck ermittelt.

[0004] Die Steuereinheit übermittelt anschließend einen Stellwert für den Bremsdruck des jeweiligen Rads an einen dem Rad zugeordneten Modulator, der seinerseits auf das üblicherweise hydraulische Bremsystem einwirkt und so den für eine Stabilisierung der Fahrsituation erforderlichen Bremsdruck an dem jeweiligen Rad einstellt. Zusätzlich oder alternativ zur Bereitstellung der Stellwerte für die Bremsdrücke der Räder kann die Steuereinheit zudem auch einen Stellwert für die Drosselung einer Ausgangsgröße des Fahrzeugantriebs, beispielsweise des Motormoments, ermitteln, so daß über eine gezielte Drosselung der Fahrleistung eine Stabilisierung der Fahrsituation bewirkt oder zumindest unterstützt werden kann.

[0005] Als Eingangsgrößen werden der Steuereinheit des aus der DE 39 19 347 A1 bekannten Bremsregelsystems Meßdaten über die Radgeschwindigkeiten, über die Gierrate des Fahrzeugs und über den den Fahrerwunsch repräsentierenden Lenkradwinkel zugeführt. Aus diesen Daten wird dann in der Steuereinheit ein gemessener Giergrad des Fahrzeugs, entsprechend einem Ist-Zustand, ermittelt und mit einem aus dem Lenkradwinkel ermittelten gewünschten Giergrad, entsprechend einem Soll-Zustand, verglichen. Im Bedarfsfall, also bei Abweichung zwischen Ist- und Soll-Zustand, werden aus dem Grad der Abweichung Stellwerte für individuelle Bremsdrücke der Räder ermittelt und an die den Rädern jeweils zugeordneten Modulatoren ausgegeben.

[0006] Bei der Fahrdynamikregelung von Nutzfahrzeugen ist im Vergleich zu einem PKW eine höhere Anzahl von Bewegungsfreiheitsgraden zu berücksichtigen. So können beispielsweise aufgrund des vergleichsweise höheren Schwerpunkts Kipp- oder Wankbewegungen des Fahrzeugaufbaus auftreten. Das aus der DE 39 19 347 A1 bekannte Bremsregelsystem ist daher für eine zuverlässige Stabilisierung der Fahrzeubewegung bei einem Einsatz in einem Nutzfahrzeug nur bedingt geeignet.

[0007] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Bremsregelsystem der oben genannten Art anzugeben, das auch für einen Einsatz in einem Nutzfahrzeug besonders geeignet ist.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, indem die Steuereinheit eingangsseitig mit einem Lenkwinkelesensor zur Erfassung eines vom Fahrer vorgegebenen Lenkradwinkels, mit einem Sensorsystem zur Ermittlung der Gierrate des Nutzfahrzeugs und mit einem ersten Beschleunigungssensor zur Erfassung der Querbeschleunigung

des Nutzfahrzeugs verbunden ist.

[0009] Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, daß auch bei einem Einsatz in einem Nutzfahrzeug zusätzlich zu den aktuellen Radgeschwindigkeitswerten der Steuereinheit des Bremsregelsystems den Lenkwinkel (und somit den Fahrerwunsch) charakterisierende Meßwerte und die Drehrate oder Gierrate des Nutzfahrzeugs charakterisierende Meßwerte als Eingangsgrößen zugeführt sein sollten. Um darüber hinaus aber auch der vergleichsweise höheren

10 Komplexität des Fahrverhaltens eines Nutzfahrzeugs Rechnung zu tragen, sollte bei der Bremsregelung auch der sogenannte Schwimmwinkel berücksichtigt sein, der stets unterhalb eines für das Ausbrechen des Nutzfahrzeugs charakteristischen Grenzwertes gehalten werden sollte. Der

15 Schwimmwinkel ist eine aus der Dreh- oder Gierrate des Nutzfahrzeugs einerseits und aus der in dessen Schwerpunkt wirkenden Querbeschleunigung des Nutzfahrzeugs andererseits ableitbare Größe. Das auf eine besonders zuverlässige Nutzbarkeit für Nutzfahrzeuge ausgebildete Bremsregelsystem ist somit auch für eine Zuführung von für die Querbeschleunigung des Nutzfahrzeugs charakteristischen Meßwerten zur Steuereinheit ausgelegt.

[0010] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

25 [0011] Das Sensorsystem zur Ermittlung der Gierrate des Nutzfahrzeugs umfaßt zweckmäßigerweise einen Drehratensensor. Der Drehratensensor kann dabei als Giergradkreisel ausgebildet sein, ist aber vorzugsweise als Sensor nach dem Coriolisprinzip ausgelegt. Er kann an beliebiger Position des Nutzfahrzeugs angeordnet sein, ist aber vorzugsweise direkt am oder nahe am Schwerpunkt des Nutzfahrzeugs angeordnet. Die Steuereinheit ermittelt dabei anhand der ihr zugeführten Meßwerte a_y (= die vom ersten Beschleunigungssensor gemessene Querbeschleunigung) und ω_z (= die gemessene Drehrate) die für die Ermittlung des Schwimmwinkels erforderliche, im Schwerpunkt des Nutzfahrzeugs wirkende Querbeschleunigung a_y nach der Beziehung:

$$40 \quad a_y = a_{y1} - \omega_z \cdot x_1$$

[0012] Dabei sind ω_z die aus der gemessenen Drehrate ω_z abgeleitete Drehbeschleunigung und x_1 die Position des Beschleunigungssensors bezogen auf den Schwerpunkt des Nutzfahrzeugs, gemessen in Längsrichtung des Nutzfahrzeugs. x_1 nimmt dabei in Vorwärtsrichtung positive und in Rückwärtsrichtung negative Werte an.

[0013] In alternativer vorteilhafter Ausgestaltung umfaßt das Sensorsystem zur Ermittlung der Gierrate des Nutzfahrzeugs einen zweiten Beschleunigungssensor zur Erfassung der Querbeschleunigung des Nutzfahrzeugs, wobei der zweite Beschleunigungssensor, in Längsrichtung des Nutzfahrzeugs geschen, versetzt zum ersten Beschleunigungssensor angeordnet ist. Bei dieser Anordnung, die eine Einsparung des Gierratensensors und somit eine besonders kostengünstige Ausführung des Bremsregelsystems ermöglicht, ermittelt die Steuereinheit anhand der ihr zugeführten Meßwerte a_y (= die vom ersten Beschleunigungssensor gemessene Querbeschleunigung) und a_{y2} (= die vom zweiten Beschleunigungssensor gemessene Querbeschleunigung) die Drehrate des Nutzfahrzeugs nach der Beziehung:

$$45 \quad \omega_z = \int (a_{y1} - a_{y2}) / (x_1 - x_2) dt$$

[0014] Dabei sind x_1, x_2 die Position des ersten bzw. zweiten Beschleunigungssensors, bezogen auf den Schwerpunkt des Nutzfahrzeugs, jeweils gemessen in Längsrichtung des Nutzfahrzeugs. x_1 und x_2 nehmen in Vorwärtsrichtung posi-

tive und in Rückwärtsrichtung negative Werte an.
[0015] Die Steuereinheit des Bremsregelsystems ermittelt in dieser Anordnung die im Schwerpunkt des Nutzfahrzeugs wirkende Querbeschleunigung a_y nach der Beziehung:

$$a_y = (a_{y1} \cdot x_1 - a_{y2} \cdot x_2) / (x_1 - x_2)$$

[0016] Bei der Ausstattung eines Sattelkraftfahrzeugs, gebildet aus dem als Sattelzugmaschine vorgesehenen Nutzfahrzeug und einem mit diesem verbundenen Sattelanhänger, mit einem Bremsregelsystem ist in besonderer Weise zu beachten, daß der Sattelzug im Vergleich zum alleinlaufenden Nutzfahrzeug über einen weiteren Freiheitsgrad, nämlich über den durch die Längsachsen von Sattelzugmaschine und Sattelanhänger gebildeten Knickwinkel, verfügt. Bei der Stabilitätsregelung ist dabei zu beachten, daß auch ein mögliches Einknicken des Sattelanhängers im Verhältnis zur Sattelzugmaschine zu einer Destabilisierung führen kann. Um diesen Freiheitsgrad in die Stabilitätsregelung einzubeziehen, ist die Steuereinheit des Bremsregelsystems in vor teilhafter Weiterbildung eingangsseitig mit einem Knickwinkelsensor zur Erfassung des Knickwinkels zwischen der Sattelzugmaschine und dem damit verbundenen Sattelanhänger verbunden.

[0017] In dazu alternativer vorteilhafter Weiterbildung ist die Steuereinheit eingangsseitig mit einem zweiten Sensorsystem zur Ermittlung der Gierrate: des mit der Sattelzugmaschine verbundenen Sattelanhängers verbunden. Das zweite Sensorsystem kann dabei insbesondere auch als Gierratensensor nach dem Coriolisprinzip ausgebildet sein. Bei dieser Anordnung ermittelt die Steuereinheit: den Knickwinkel aus den ihr als Eingangsgrößen zugeführten Werten für die Drehrate des Anhängers ω_{za} und die Drehrate ω_z des Nutzfahrzeugs nach der Beziehung:

$$\Psi = \int (\omega_z - \omega_{za}) dt$$

[0018] Dieses Konzept ist auch auf Lastkraftwagenzüge oder Sattelzüge, d. h. die Hintereinanderkopplung mehrerer Anhänger hinter das Nutzfahrzeug als Motorwagen, erweiterbar, wobei jeder Anhänger jeweils mit einem Sensorsystem zur Ermittlung seiner Gierrate ausgerüstet ist, und wobei die Steuereinheit aus den gemessenen Gierraten die Knickwinkel zwischen jeweils zwei hintereinander laufenden Fahrzeugen des Lastkraftwagenzuges ermittelt.

[0019] Von besonderer Bedeutung bei der Stabilitätsregelung eines Nutzfahrzeugs ist, infolge des im Vergleich zu einem PKW erhöhten Schwerpunkts, die Berücksichtigung der Kippneigung. Dies erfolgt vorliegend vorzugsweise durch die Berücksichtigung der Fahrzeugeigung, die an hand des durch eine Fahrzeugachse und eine durch den Fahrzeugaufbau vorgegebene Referenzrichtung gebildeten Wankwinkels erfaßt wird. Dazu ist die Steuereinheit eingangsseitig vorteilhafterweise mit einem Wankwinkelsensor zur Erfassung des Wankwinkels des Nutzfahrzeugs verbunden.

[0020] In alternativer vorteilhafter Ausgestaltung ist die Steuereinheit eingangsseitig mit einem Wankgeschwindigkeitssensor zur Erfassung der Winkelgeschwindigkeit zwischen dem Fahrzeugaufbau und einer Fahrzeugachse verbunden. Der Winkelwinkel ist dabei in der Steuereinheit durch Zeitintegration der gemessenen Winkelgeschwindigkeit ableitbar.

[0021] Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß durch Berücksichtigung von Eingangsgrößen für die Steuereinheit, aus denen die im Schwerpunkt des Nutzfahrzeugs wirkende Querbeschleunigung ableitbar ist, das Bremsregelsystem auch für die ver-

gleichsweise komplexe Stabilitätsregelung eines Nutzfahrzeugs besonders zuverlässig einsetzbar ist. Durch die genannten Anordnungen weiterer Sensoren und die dadurch ermöglichte Zuführung weiterer besonders geeigneter Eingangsparameter an die Steuereinheit ist das Bremsregelsystem zudem in einfacher Weise an die für Nutzfahrzeuge spezifischen Anforderungen anpaßbar.

[0022] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird an hand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

[0023] Fig. 1 schematisch ein Bremsregelsystem zur Stabilisierung der Bewegung eines Nutzfahrzeugs,

[0024] Fig. 2 eine alternative Ausführungsform des Bremsregelsystems nach Fig. 1,

[0025] Fig. 3 schematisch ein Bremsregelsystem zur Stabilisierung der Bewegung eines aus einem Nutzfahrzeug und einem angekoppelten Anhänger gebildeten Sattelfahrzeugs, und

[0026] Fig. 4 eine alternative Ausführungsform des Bremsregelsystems nach Fig. 3.

[0027] Gleiche Teile sind in allen Figuren mit denselben Bezugssymbolen versehen.

[0028] Das Bremsregelsystem 1 gemäß Fig. 1 ist zur Stabilitätsregelung eines durch seine Räder 2, 4, 6, 8 angedeuteten Nutzfahrzeugs 10 vorgesehen. Das Bremsregelsystem 1 umfaßt eine Steuereinheit 12, die im Bedarfsfall, also beispielsweise bei beginnender oder bereits eingetreterner Instabilität des Fahrzustandes, aus einer Anzahl von für die jeweilige Fahrsituation spezifischen Eingangsgrößen für jedes Rad 2, 4, 6, 8 einen individuellen Bremsdruck ermittelt.

[0029] Das Nutzfahrzeug 10 ist mit einer pneumatischen Bremsanlage ausgerüstet, die einen Druckluftbehälter 14 umfaßt. Diesem ist ein vom Fahrer des Nutzfahrzeugs 10 über ein Bremspedal 16 betätigbares Betriebsbremsventil 17 zugeordnet. In Abhängigkeit von einem vom Fahrer über das Bremspedal 16 ausgeübten Bremsdruck beaufschlagt der Druckluftbehälter 14 ein pneumatisches Bremsleitungssystem 18 mit Bremsdruck. Das Bremsleitungssystem 18 umfaßt eine Anzahl von Bremsleitungen 20, 22, 24, 26, von denen jede jeweils einem Rad 2, 4, 6 bzw. 8 zugeordnet ist.

[0030] Jede Bremsleitung 20, 22, 24, 26 verbindet den Druckluftbehälter 14 jeweils mit einem der Räder 2, 4, 6, 8 vorgeschalteten Druckregelmodul 28, 30, 32 bzw. 34, das jeweils in Abhängigkeit von der Pedalstellung des Bremspedals 16 einen Bremsdruck am ihm zugeordneten Rad 2, 4, 6 bzw. 8 einstellt. Für einen Notfall, also bei Ausfall der Steuerelektronik, verbindet auch bei geöffnetem Betriebsbremsventil 17 jede Bremsleitung 20, 22, 24, 26 den Druckluftbehälter 14 derart mit dem jeweiligen Druckregelmodul 28, 30, 32 bzw. 34, daß eine Bremsung aller Räder 2, 4, 6, 8, erfolgen kann.

[0031] Die Bremsregelmodule 28, 30, 32, 34 sind zudem auch direkt, also unter Umgehung des Betriebsbremsventils 17, pneumatisch mit dem Druckluftbehälter 14 verbunden und stellen so auch ohne Bremsdruck des Fahrers den für eine Stabilisierung der Fahrsituation erforderlichen Bremsdruck an jedem Rad 2, 4, 6, 8 ein. Dazu setzen sie den durch den Druckluftbehälter 14 vorgegebenen Bremsdruck in Abhängigkeit von zugeführten Stellwerten in individuell für jedes Rad 2, 4, 6, 8 vorgegebene Bremsdrücke um, mit denen jeweils nachgeschaltete, mit dem Bremsystem des jeweiligen Rads 2, 4, 6 bzw. 8 verbundene Leitungen 36, 38, 40, 42 beaufschlagen werden.

[0032] Der Stellwert für den Bremsdruck des jeweiligen Rads 2, 4, 6, 8 wird von der Steuereinheit 12 vorgegeben. Diese ist dazu ausgangsseitig über Signalleitungen 44, 46, 48, 50 an die den Rädern 2, 4, 6, 8 zugeordneten Druckregelmodule 28, 30, 32, 34 angeschlossen. Zusätzlich oder alternativ zur Bereitstellung der Stellwerte für die Bremsdrücke der Räder 2, 4, 6, 8 kann die Steuereinheit 12 zudem auch ei-

nen Stellwert für die Drosselung einer Ausgangsgröße des Fahrzeugantriebs, beispielsweise des Motormoments, ermitteln, so daß über eine gezielte Drosselung der Fahrleistung eine Stabilisierung der Fahrsituation bewirkt oder zumindest unterstützt werden kann.

[0031] Eingangsseitig ist die Steuereinheit 12 über Signalleitungen 52, 54, 56, 58 an den Rädern 2, 4, 6, 8 jeweils zu geordnete Geschwindigkeitssensoren 60, 62, 64, 66 angeschlossen. Diese ermittelten Meßwerte für die aktuelle Geschwindigkeit jedes Rads 2, 4, 6, 8, die sodann über die Signalleitungen 52, 54, 56, 58 der Steuereinheit 12 als Eingangsgrößen zugeführt werden. Weiterhin ist die Steuereinheit 12 eingangsseitig über eine Signalleitung 68 mit einem Lenkwinkelsensor 70 zur Erfassung eines Lenkwinkels verbunden. Der Lenkwinkelsensor 70 ermittelt dabei einen Meßwert, der den vom Fahrer vorgegebenen Einschlag des Lenkrads 72 und somit den Fahrerwunsch charakterisiert und über die Signalleitung 68 der Steuereinheit als weitere Eingangsgröße zuführbar ist.

[0032] Zusätzlich ist die Steuereinheit 12 eingangsseitig mit einem nach dem Coriolisprinzip ausgelegtem Drehratensensor 74 ausgebildeten Sensorsystem zur Ermittlung der Drehrate oder Gierrate des Nutzfahrzeugs 10, mit einem ersten Beschleunigungssensor 76 zur Erfassung der Querbeschleunigung des Nutzfahrzeugs 10, und mit einem Wankwinkelsensor 78 zur Erfassung des Wankwinkels des Nutzfahrzeugs 10 verbunden. Mit anderen Worten: der Steuereinheit 12 sind als weitere Eingangsgrößen die Drehrate oder Gierrate, die Querbeschleunigung und der Wankwinkel des Nutzfahrzeugs 10 zuführbar. Diese Eingangsgrößen werden somit zusammen mit den üblicherweise herangezogenen Eingangsgrößen, wie beispielsweise den Radgeschwindigkeiten, bei der Ermittlung der Stellwerte für die Bremsdrücke an den Rädern 2, 4, 6, 8 mit berücksichtigt, so daß das Bremsregelsystem 1 auch bei der erhöhten Komplexität der Bewegungsvorgänge bei Anwendung im Nutzfahrzeug 10 besonders zuverlässig arbeitet.

[0033] Bei der Bildung der Stellwerte für die Bremsdrücke berücksichtigt die Steuereinheit 12 insbesondere auch die im Schwerpunkt des Nutzfahrzeugs 10 wirkende Querbeschleunigung a_y . Diese ermittelt die Steuereinheit 12 aus den ihr zugeführten Meßwerten a_{y1} (= die im Beschleunigungssensor 76 gemessene Querbeschleunigung) und ω_z (= die im Drehratensensor 74 gemessene Drehrate) nach der Beziehung:

$$a_y = a_{y1} - \omega_z \cdot x_1$$

[0034] Dabei sind ω_z die aus der gemessenen Drehrate ω_z abgeleitete Drehbeschleunigung und x_1 der Abstand zwischen Beschleunigungssensor 76 und Schwerpunkt des Nutzfahrzeugs, gemessen in Längsrichtung des Nutzfahrzeugs.

[0035] Die so ermittelte Querbeschleunigung im Schwerpunkt des Nutzfahrzeugs 10 wird gemeinsam mit der Drehrate bei der Bestimmung des Schwimmwinkels herangezogen. Dabei stellt die Steuereinheit 12 sicher, daß ein vorgegebener Grenzwert für den Schwimmwinkel nicht überschritten wird und somit ein Ausbrechen des Nutzfahrzeugs 10 nicht auftritt.

[0036] Gleichermassen wird der vom Wankwinkelsensor 78 erfaßte Wankwinkel überwacht, so daß ein drohendes Kippen des Nutzfahrzeugs 10 rechtzeitig erkannt wird und Gegenmaßnahmen eingeleitet werden können. Alternativ kann dabei anstelle des Wankwinkelsensors 78 auch ein Winkelgeschwindigkeitssensor zur Erfassung der Winkelgeschwindigkeit zwischen dem Fahrzeugaufbau und einer Fahrzeugachse vorgesehen sein. Der Wankwinkel ist dabei

in der Steuereinheit 12 durch Zeitintegration der gemessenen Winkelgeschwindigkeit ableitbar.

[0037] Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 ist anstelle des Drehratensensors 74 ein zweiter Beschleunigungssensor 80 zur Erfassung der Querbeschleunigung des Nutzfahrzeugs 10 vorgesehen, mit dem die Steuereinheit 12 eingangsseitig über eine Signalleitung 81 verbunden ist. Der zweite Beschleunigungssensor 80 ist, in Längsrichtung 82 des Nutzfahrzeugs 10 gesehen, versetzt zum ersten Beschleunigungssensor 76 angeordnet. In diesem Ausführungsbeispiel bildet der erste Beschleunigungssensor 76 gemeinsam mit dem zweiten Beschleunigungssensor 80 das Sensorsystem zur Ermittlung der Gierrate des Nutzfahrzeugs 10.

[0038] Bei dieser Anordnung, die eine Einsparung des Drehratensensors 74 ermöglicht, ermittelt die Steuereinheit 12 anhand der ihr zugeführten Meßwerte a_{y1} (= die vom ersten Beschleunigungssensor 76 gemessene Querbeschleunigung) und a_{y2} (= die vom zweiten Beschleunigungssensor 80 gemessene Querbeschleunigung) die Drehrate ω_z des Nutzfahrzeugs 10 nach der Beziehung:

$$\omega_z = \int (a_{y1} - a_{y2}) / (x_1 - x_2) dt$$

[0039] Dabei sind x_1 , x_2 der Abstand zwischen erstem bzw. zweitem Beschleunigungssensor 76, 80 und Schwerpunkt des Nutzfahrzeugs, jeweils gemessen in Längsrichtung 82 des Nutzfahrzeugs.

[0040] Die Steuereinheit 12 des Bremsregelsystems 1 ermittelt dabei die im Schwerpunkt des Nutzfahrzeugs 10 wirkende Querbeschleunigung a_y nach der Beziehung:

$$a_y = (a_{y1} \cdot x_1 - a_{y2} \cdot x_2) / (x_1 - x_2)$$

[0041] Somit stehen in dieser Ausführungsform die gleichen Zwischenwerte zur Weiterverarbeitung zur Verfügung wie im vorangegangenen Ausführungsbeispiel.

[0042] Das Bremsregelsystem 1' gemäß Fig. 3 ist für den Einsatz in einem aus einem als Sattelzugmaschine vorgesehenen Nutzfahrzeug 10 und einem lediglich durch seine Längsachse 84 dargestellten angekoppelten Sattelanhänger gebildeten Sattelkraftfahrzeug ausgebildet. Für die Stabilitätsregelung eines derartigen Sattelkraftfahrzeugs oder Sattelzuges kann auch der durch die Längsrichtung 82 des Nutzfahrzeugs 10 und die Längsachse 84 des Sattelanhängers gebildete Knickwinkel ψ von Bedeutung sein. Insbesondere kann ein mögliches Einknicken des Sattelanhängers im Verhältnis zum Nutzfahrzeug 10 zu einer Destabilisierung führen. Um diesen Freiheitsgrad in die Stabilitätsregelung einzubeziehen, ist die Steuereinheit 12 des Bremsregelsystems 1' eingesetzt über eine Signalleitung 86 mit einem Knickwinkelsensor 88 zur Erfassung des Knickwinkels ψ verbunden.

[0043] Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 ist die Steuereinheit 12 des Bremsregelsystems 1' eingesetzt mit einem zweiten, nach dem Coriolisprinzip ausgebildeten Drehratensensor 100 zur Ermittlung der Gierrate des mit dem Nutzfahrzeug 10 verbundenen Sattelanhängers verbunden. Bei dieser Anordnung ermittelt die Steuereinheit 12 den Knickwinkel ψ aus den ihr als Eingangsgrößen zugeführten Werten für die Drehrate des Sattelanhängers ω_{za} und die Drehrate ω_z des Nutzfahrzeugs 10 nach der Beziehung:

$$\psi = \int (\omega_z - \omega_{za}) dt$$

[0044] Selbstverständlich kann in den Ausführungsbeispielen nach den Fig. 3 und 4 anstelle des Drehratensensors jeweils auch das Konzept zur Ermittlung der Drehrate ge-

mäß dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2, also die Verwendung eines Paares von in Längsrichtung versetzt angeordneten Beschleunigungssensoren, vorgesehen sein.

Bezugszeichenliste	
1, 1'	Bremsregelsystem
2, 4, 6, 8	Räder
10	Nutzfahrzeug
12	Steuereinheit
14	Druckluftbehälter
16	Bremspedal
17	Betriebsbremsventil
18	Bremsleitungssystem
20, 22, 24, 26	Bremsleitungen
28, 30, 32, 34	Druckregelmodul
36, 38, 40, 42	Leitung
44, 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58	Signalleitung
60, 62, 64, 66	Geschwindigkeitssensoren
68	Signalleitung
70	Lenkwinkelsensor
72	Lenkrad
74	Drehratensensor
76	Beschleunigungssensor
78	Wankwinkelsensor
80	Beschleunigungssensor
81	Signalleitung
82	Längsrichtung
84	Längsachse
86	Signalleitung
88	Knickwinkelsensor
100	Drehratensensor
a_y	Querbeschleunigung im Schwerpunkt
a_{y1}, a_{y2}	gemessene Querbeschleunigung
ω_z	Drehrate
ω_{za}	Drehrate des Anhängers
ω_z'	Drehbeschleunigung
ψ	Knickwinkel
Patentansprüche	
1.	Bremsregelsystem (1, 1') zur Stabilisierung der Bewegung eines Nutzfahrzeugs (10), bei dem eine Steuereinheit (12), die ausgangsseitig in Abhängigkeit von einer Anzahl von Eingangsgrößen für jedes Rad (2, 4, 6, 8) des Nutzfahrzeugs (10) jeweils einen Stellwert für dessen Bremsdruck und/oder einen Stellwert für eine Ausgangsgröße des Antriebsmotors vorgibt, eingangsseitig zur Erfassung der Eingangsgrößen mit einem Lenkwinkelsensor (70) zur Erfassung eines vom Fahrer vorgegebenen Lenkwinkels, mit einem Sensorsystem zur Ermittlung der Gierrate des Nutzfahrzeugs (10) und mit einem ersten Beschleunigungssensor (76) zur Erfassung der Querbeschleunigung des Nutzfahrzeugs (10) verbunden ist.
2.	Bremsregelsystem (1, 1') nach Anspruch 1, dessen Sensorsystem zur Ermittlung der Gierrate des Nutzfahrzeugs (10) einen Drehratensensor (74) umfaßt.
3.	Bremsregelsystem (1, 1') nach Anspruch 1, dessen Sensorsystem zur Ermittlung der Gierrate des Nutzfahrzeugs (10) einen zweiten Beschleunigungssensor (80) zur Erfassung der Querbeschleunigung des Nutzfahrzeugs (10) umfaßt, wobei der zweite Beschleunigungssensor (80) in Längsrichtung (82) des Nutzfahrzeugs (10) geschen versetzt zum ersten Beschleunigungssensor (76) angeordnet ist.
4.	Bremsregelsystem (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die Steuereinheit (12) eingangsseitig
5	mit einem Knickwinkelsensor (88) zur Erfassung des Knickwinkels (ψ) zwischen der Längsrichtung (82) des Nutzfahrzeugs (10) und der Längsachse (84) eines damit verbundenen Anhängers verbunden ist.
10	5. Bremsregelsystem (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die Steuereinheit (12) eingangsseitig mit einem zweiten Sensorsystem zur Ermittlung der Gierrate eines mit dem Nutzfahrzeug (10) verbundenen Anhängers verbunden ist.
15	6. Bremsregelsystem (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die Steuereinheit (12) eingangsseitig mit einem Wankwinkelsensor (78) zur Erfassung des Wankwinkels des Nutzfahrzeugs (10) verbunden ist.
20	7. Bremsregelsystem (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die Steuereinheit (12) eingangsseitig mit einem Winkelgeschwindigkeitssensor (100) zur Erfassung der Winkelgeschwindigkeit zwischen dem Fahrzeugaufbau und einer Fahrzeugachse verbunden ist.
25	
30	
35	
40	

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig. 1

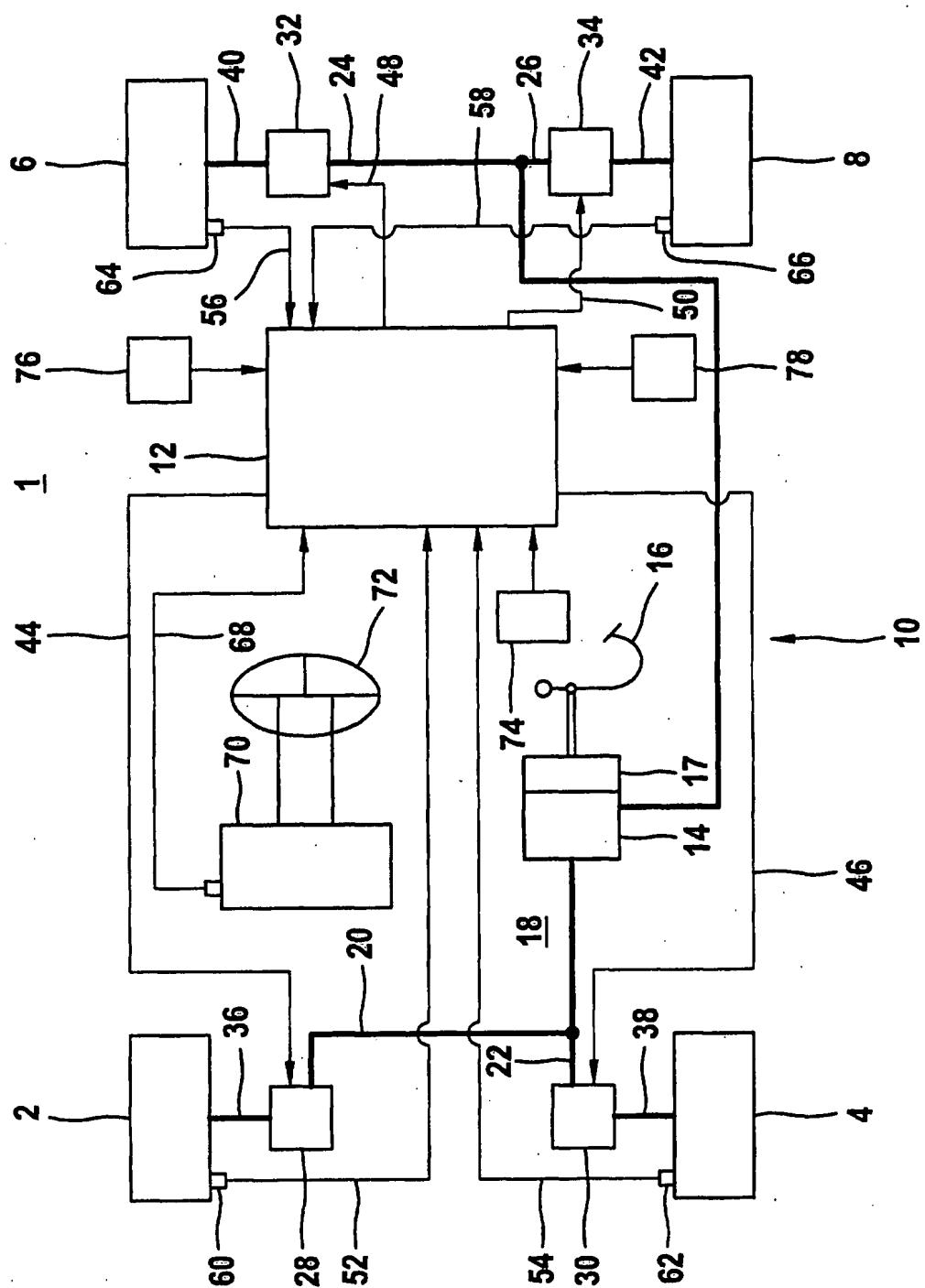
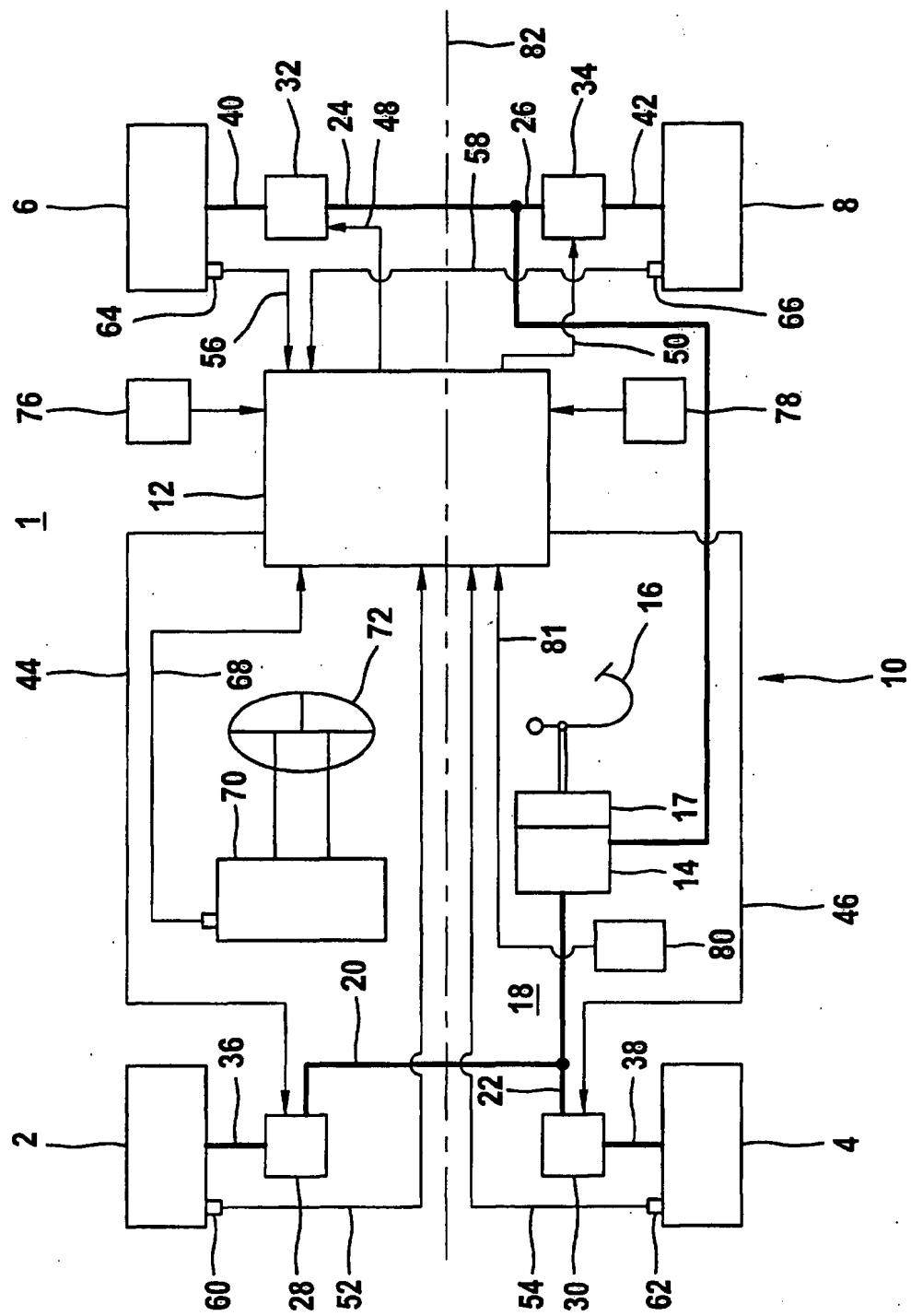


Fig. 2



三

